

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

\*SIEI W01

96-288395/30

\*DE 29607357-U1

Digital transmission system with high bit-rate channels - uses conventional telephone channel with asymmetrically arranged digital high-pass filters on both sides of two-wire copper line

SIEMENS AG 96.03.14 96DE-U2004720

(96.06.20) II04L 5/02, II04M 11/06

96.04.23 96DE-U2007357

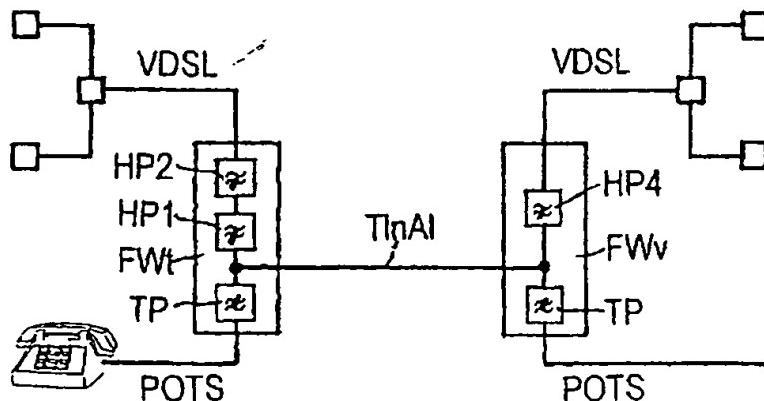
The system uses a line which is equipped on both sides but asymmetrically with digital high-pass filters, one formed from the high-pass arrangement of a fourth order, and the other from the high-pass arrangements of a first and a second order.

The first filter is arranged on the exchange side and the second on the subscriber side. The bit rate is in the region of about 12 to 50 Mbits/s and the length of the line may be 100 to 500 m.

USE/ADVANTAGE - For telecommunications systems, in particular coupling subscriber stations to exchange stations. Improves signal/noise ratio, and reduces distortion without great expense on filters, even with plain conventional telephone service. (11pp Dwg.No.1/2)

N96-242102

TSt



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) **Gebrauchsmuster**  
(10) **DE 296 07 357 U 1**

(51) Int. Cl. 5:  
**H 04 L 5/02**  
H 04 M 11/06

**DE 296 07 357 U 1**

(11) Aktenzeichen: 296 07 357.1  
(22) Anmeldetag: 23. 4. 96  
(47) Eintragungstag: 20. 6. 96  
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: 1. 8. 96

---

(23) Inhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

---

(54) Übertragungssystem mit hochbitratigen Digitalsignalkanälen und einem konventionellen Telefonikanal auf symmetrischen Cu-Doppelader-Leitungen

**DE 296 07 357 U 1**

23.04.96

1

**Beschreibung**

Übertragungssystem mit hochbitratigen Digitalsignalkanälen und einem konventionellen Telefonikanal auf symmetrischen

5 Cu-Doppelader-Leitungen

Im Teilnehmeranschlußbereich eines Telekommunikationsnetzes können für den Anschluß der einzelnen Teilnehmerstellen unterschiedliche Übertragungsmedien wie Cu-Zweidrahtleitung

10 (Cu-Doppelader-Leitung), Koaxialkabel, Glasfaser (oder auch Funk) vorgesehen sein, wobei in bestehenden Telekommunikationsnetzen Cu-Doppelader-Leitungen eine beherrschende Rolle spielen. Der - Ende der 80er Jahre mit der Einführung des diensteintegrierenden digitalen Netzes (ISDN) mit einer Übertragungskapazität bis zu 160 kbit/s auf einer 6 km langen Cu-Doppelader-Leitung einsetzende - Trend zu höheren Übertragungsraten führt dabei ggf. zwar zu einer Heranführung von Glasfaserstrecken bis zu einem teilnehmernahen Schaltpunkt im Teilnehmeranschlußbereich, dem sog. Kabelverzweiger (Fiber to the Curb); im Verzweigerkabelbereich, d.h. für die restliche Strecke zwischen Kabelverzweiger und Teilnehmerstelle verbleibt es in aller Regel jedoch bei der hier installierten Cu-Doppelader-Leitung. Die so noch mit Cu-Zweidrahtleitungen zu überbrückende Distanz beträgt in Deutschland in 90 % aller Fälle weniger als 500 m; in den USA ist die entsprechende Distanz etwa 2- bis 3mal grösser.

Für Cu-Doppelader-Leitungen werden seit 1994 sog. HDSL(High Bitrate Digital Subscriber Line)-Systeme und ADSL(Asymmetric

30 Digital Subscriber Line)-Systeme erprobt. Mit - zwei Doppeladern aufweisenden - HDSL-Systemen können jeweils 2 Mbit/s über ungefähr 3 km übertragen werden; mit - nur eine Cu-Doppelader-Leitung aufweisenden - ADSL-Systemen sind in downstream-Richtung von der Vermittlungsstelle zur Teilnehmerstelle 2 bis 6 Mbit/s übertragbar, während in upstream-Richtung von der Teilnehmerstelle zur Vermittlungsstelle nur ein niederratiger Rückkanal zur Verfügung steht, wobei vorweg in

23.04.96

beiden Richtungen ein Analogsignalkanal (0,3 bis 3,4 kHz) für konventionelle Telefonie (POTS - Plain Old Telephone Service) vorgesehen ist.

- 5    Gegenwärtig werden für Cu-Doppelader-Leitungen in amerikanischen und europäischen Standardisierungsgremien unter den Bezeichnungen High Speed Copper Drop, Broadband Digital Subscriber Line (BDSL) oder Very High Bit Rate Digital Subscriber Line (VDSL) hybride Glasfaser-Cu-Doppelader-Netzarchitekturen
- 10    und Übertragungssysteme zur Übertragung von Bitraten in der Größenordnung von etwa 12 bis 50 Mbit/s diskutiert, wobei sowohl symmetrische (gleiche Bitraten in beiden Übertragungsrichtungen) als auch asymmetrische Systeme (hohe Bitrate downstream zum Teilnehmer; niedrigere Bitrate upstream im Rückkanal) betrachtet werden (ITG-Fachtagung "Zukunft der Kommunikationsnetze", Köln 14.12.95, Seiten 87 ... 96; ntz (1996)2, 20 ... 27); auch hier ist die Randbedingung konventionelle Telefonie (POTS) von Bedeutung.
- 15
- 20    Derzeit ist auf Teilnehmeranschlußleitungen nur in ADSL-Systemen ein konventioneller Telefonikanal (POTS-Kanal) parallel zu den Digitalsignalkanälen vorgesehen. Das maßgeblich die Wahl des Übertragungssystems bzw. des Leitungscodes bestimmende Erfordernis, parallel konventionelle Telefonie zu ermöglichen, führte bei ADSL-Systemen dazu, daß nur Trägersysteme (Ein- oder Mehrträgersysteme) in Betracht gezogen wurden, bei denen die Spektren des geträgerten Digitalsignals weit oberhalb des konventionellen Telefonikanals liegen, so daß eine Hochpaßfilterung darauf keinen Einfluß hat. Mittels
- 25    Frequenzweichen (Splitter) mit Digitalsignal-Hochpaßfiltern wird der POTS-Kanal beim Teilnehmer und vermittlungsseitig ein- und ausgekoppelt. Der Hochpaß in den Frequenzweichen an beiden Enden des Kanals kann ein Butterworth-Hochpaß 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 100 kHz sein, um bereits
- 30    beim Gebührenton (16 kHz) des konventionellen Telefondienstes einen Sperrdämpfungswert von 60 dB zu erreichen.
- 35

23.04.96

Digitalsignal-Basisbandsysteme sind dagegen im Rahmen von ADSL-Systemen weniger geeignet, da durch die teilnehmer- und vermittlungsseitige Hochpaßfilterung der Signal-Rausch-Abstand am Empfängereingang zu sehr verschlechtert und die Entzerrung zu aufwendig wird. So wäre beispielsweise bei einem 2 Mbit/s-Signal mit 4-PAM-Leitungscode und Nyquist-Filtrierung das Frequenzspektrum auf die unteren 500 kHz konzentriert. Eine Hochpaßfilterung mit einem Hochpaß 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 100 kHz an beiden Enden des Kanals würde diese Basisbandübertragung hinsichtlich der Entzerrung sehr aufwendig machen und hinsichtlich des Signal-Rausch-Abstands am Empfängereingang zu einer großen Verschlechterung führen, da gerade der (mit geringer Leitungsdämpfung und Nebensprechstörung) besonders günstige untere Frequenzbereich des Kanals nicht ausgenutzt werden kann.

Entsprechendes gilt auch für VDSL-Basisbandsysteme; auch hier würde die Hochpaßfilterung mit einem Hochpaß 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von 100 kHz an beiden Enden des Kanals einen sehr hohen, mit der Länge der Kanalimpulsantwort und der Höhe der dem Hauptimpuls benachbarten Impulsnachläufer steigenden Entzerrungsaufwand erfordern, da die für VDSL-Systeme (z.B. mit einer Baudrate von 12.5 MBaud) niedrige Hochpaßgrenzfrequenz von 100 kHz zu einer sehr langen Kanalimpulsantwort und die erforderliche hohe Filterordnung zu großen Impulsnachläufern führen.

Die Erfindung stellt sich nun die Aufgabe, ein Übertragungssystem für hochbitratige Digitalsignale und konventionelle Telefoniesignale auf symmetrischen Cu-Doppelader-Leitungen anzugeben, das solche Nachteile vermeidet.

Die Erfindung betrifft ein Übertragungssystem mit hochbitratigen Digitalsignalkanälen und einem konventionellen Telefonikanal auf beiderseits mit einer Frequenzweiche versehenen symmetrischen Cu-Doppelader-Leitungen, insbesondere im Teilnehmeranschlüssebereich von Fernsprechnetzen; dieses Übertra-

23.04.96

- gungssystem ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die symmetrische Cu-Doppelader-Leitung beiderseits asymmetrisch mit Digitalsignal-Hochpaßfiltern versehen ist, deren eines, vorzugsweise das vermittlungsseitige Hochpaßfilter,
- 5 mit einem Hochpaß 4. Ordnung gebildet ist und deren anderes, vorzugsweise das teilnehmerseitige Hochpaßfilter, mit einem Hochpaß 1. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von etwa  $0,1 \cdot f_{\text{Baud}}$  (oder auch nur etwa  $0,05 \cdot f_{\text{Baud}}$ ) und einem Hochpaß 2. Ordnung gebildet ist, wobei in weiterer Ausgestaltung der Erfindung
- 10 ein Hochpass 2. bzw. 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von etwa 100 kHz bzw., bei Verwendung einer gesonderten 16-kHz-Bandsperre, mit einer Grenzfrequenz von etwa 30 kHz vorgesehen ist.
- 15 Die Erfindung macht vorteilhafterweise im Verzweigungskabelbereich mit Leitungslängen von etwa 100 bis 500 m auf einer Cu-Doppelader-Leitung durch die asymmetrische Hochpaßfilterung sowohl ein VDSL (Very High Bitrate Digital Subscriber Line) - Basisbandübertragungssystem für Bitraten in der Größenordnung von etwa 12 bis 50 Mbit/s für asymmetrische oder auch symmetrische Dienste als auch parallel dazu einen konventionellen Telefonkanal ohne großen Aufwand möglich.

- Weitere Besonderheiten der Erfindung werden aus der nachfolgenden näheren Erläuterung anhand der Zeichnungen ersichtlich. Dabei zeigt

- FIG 1 die Struktur eines Übertragungssystems gemäß der Erfindung mit in die beiderseitigen Frequenzweichen einbauten Hochpaßfiltern und
- 30 FIG 2 die Struktur eines Übertragungssystems gemäß der Erfindung mit in die digitalen Sende- und Empfangsfilter integrierten Hochpaßfiltern.

- In FIG 1 ist die Struktur eines Übertragungssystems mit einer zu einer Teilnehmerstelle TSt führenden Cu-Doppelader-Leitung (symmetrische Cu-Zweidrahtleitung) TlnAl umrissen, die beiderseits mit einer Frequenzweiche FWt, FWv abgeschlossen ist.

23.04.96

- Diese Frequenzweichen enthalten zum einen jeweils ein Tiefpaßfilter TP z.B. in Form eines Butterworth-Tiefpasses 2. Ordnung, über das ein konventioneller Telefonikanal POTS verläuft; zum anderen enthalten die Frequenzweichen FWt, FWv jeweils ein
- 5 Hochpaßfilter, über das ein hochbitratiger Digitalsignalkanal VDSL verlaufen möge. Dabei ist nun die Cu-Zweidrahtleitung TlnAl asymmetrisch mit solchen Hochpaßfiltern versehen:

- Auf der einen Seite, im Ausführungsbeispiel teilnehmerseitig,
- 10 ist zunächst einmal ein in FIG 1 mit HP1 bezeichneter Hochpaß 1. Ordnung mit einer Grenzfrequenz  $f_g = 0,1 \cdot f_{\text{Baud}}$  vorgesehen. Dabei wird davon ausgegangen, daß für eine hochbitratile Basisbandübertragung der Einbau eines solchen Hochpasses 1. Ordnung hinsichtlich des Entzerreraufwandes und auch des zu erreichenden Signal-Rausch-Abstands optimal ist. Bei einer Baudrate von zum Beispiel 12,5 MBaud liegt die Grenzfrequenz  $f_g$  dieses Optimalhochpasses HP1 also bei etwa 1,25 MHz.

- Zur vollen Gewährleistung eines parallelen POTS-Betriebes
- 20 reicht jedoch der Einsatz eines solchen Optimalhochpasses wegen der bei 16 kHz (Gebührenton) erforderlichen Sperrdämpfung von 60 dB nicht aus. Zusätzlich zum Optimalhochpaß HP1 ist daher noch ein in FIG 1 mit HP2 bezeichneter Hochpaß 2. Ordnung mit einer Grenzfrequenz  $f_g$  von etwa 100 kHz vorgesehen.

- Auf der anderen Seite, im Ausführungsbeispiel also in der vermittlungsseitigen Frequenzweiche FWv, ist demgegenüber ein in FIG 1 mit HP4 bezeichneter Hochpaß 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz  $f_g$  von etwa 100 kHz vorgesehen, so daß nicht zu viel Digitalsignalleistung weggeschnitten wird.

- Bei einer solchen asymmetrischen Hochpaßfilterung überwiegt im Kanal insgesamt der Einfluß des einzelnen Optimalhochpasses mit der hohen Grenzfrequenz und der damit reduzierten Länge der Kanalimpulsantwort; letztere nähert sich bei asymmetrischer Hochpaßfilterung der Impulsantwort bei Hochpaßfil-

23.04.96

terung nur mit dem Optimalhochpaß an und ist deutlich besser als bei symmetrischer Hochpaßfilterung mit zwei symmetrischen Hochpässen 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz  $f_g \approx 100$  kHz.

- 5 Sofern für den 16-kHz-Gebührenton eine separate Bandsperre vorgesehen ist, kann die Grenzfrequenz der Hochpässe 2. und 4. Ordnung auch auf 30 kHz reduziert sein, um dennoch am oberen Ende des Sprachbandes bei 3,4 kHz eine Sperrdämpfung von 60 dB zu erreichen.

10

Die asymmetrische Hochpaßfilterung führt bei hochbitratigen Basisbandübertragungssystemen mit parallelem Analogtelefoniekanal zum bestmöglichen Signal-Rausch-Abstand am Ausgang des Empfängers. Bei starker Nebensprechstörung, die mit der Frequenz zunimmt, kann auch ein Optimalhochpaß HP1 mit einer niedrigeren (z.B. bei 600 kHz liegenden) Grenzfrequenz vorgesehen werden. Dabei erhöht sich zwar der Störanteil wegen der (auf Grund längerer Impulsantwort bei konstanter Filterlänge des Entzerrers) nicht perfekten Entzerrung; gleichzeitig wird aber der Einfluß der dominierenden Nebensprechstörung dadurch reduziert, daß mehr Signalenergie im unteren Frequenzbereich des Kanals bei niedrigerer Leitungsdämpfung und höherer Nahnebensprechdämpfung übertragen wird.

20

25 Alternativ zu dem in FIG 1 skizzierten Einbau zweier unterschiedlicher analoger Hochpaßfilter HP1, HP2; HP4 (in FIG 1) in die die CU-Zweidrahtleitung TlnAl beiderseits abschließenden Frequenzweichen FWt, FWv (in FIG 1) ist es auch möglich, die Hochpaßfilter bereits in die digitalen Sende- und Empfangsfilter des VDSL-Systems zu integrieren. Man erhält dann eine Struktur des Übertragungssystems, wie sie in FIG 2 umrissen ist. Gemäß FIG 2 ist wiederum eine zu einer Teilnehmerstelle TSt führende symmetrische Cu-Zweidrahtleitung TlnAl beiderseits mit einer Frequenzweiche FWt, FWv abgeschlossen.

30

35 Die Frequenzweichen enthalten nun aber jeweils nur das Tiefpaßfilter TP, über das der konventionelle Telefonikanal POTS verläuft, nicht aber das jeweilige Hochpaßfilter für den

23.04.96

- hochbitratigen Digitalsignalkanal VDSL. Diese Hochpaßfilter sind vielmehr in ohnehin vorhandene digitale Sende- und Empfangsfilter DSF bzw. DEF des VDSL-Systems integriert. Die Filterkoeffizienten der digitalen Sende- und Empfangsfilter
- 5 sind dabei in einem Random Access Memory RAM gespeichert. Eine solche digitale Realisierung hat auch den Vorteil, daß auch Sende- und Empfangsfilterkoeffizienten für einen Betrieb ohne konventionelle Telefonie gespeichert werden können. Es können dann, sofern das konventionelle Telefon während des
- 10 Betriebes des VDSL-Systems einmal nicht benötigt wird, diese Koeffizienten benutzt und damit ein etwas besseres Signal-Stör-Verhältnis oder auch eine höhere Datenrate erreicht werden.

23.04.96

Schutzansprüche

1. Übertragungssystem mit hochbitratigen Digitalsignalkanälen und einem konventionellen Telefonikanal auf beiderseits mit einer Frequenzweiche versehenen symmetrischen Cu-Doppelader-Leitungen, insbesondere im Teilnehmeranschlußbereich von Fernsprechnetzen,  
dadurch gekennzeichnet  
daß die symmetrische Cu-Doppelader-Leitung beiderseits asymmetrisch mit Digitalsignal-Hochpaßfiltern versehen ist, deren eines mit einem Hochpaß 4. Ordnung gebildet ist und deren anderes mit einem Hochpaß 1. Ordnung und einem Hochpaß 2. Ordnung gebildet ist.
- 15 2. Übertragungssystem nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet  
daß vermittlungsseitig das mit dem Hochpaß 4. Ordnung gebildete Hochpaßfilter und teilnehmerseitig das mit dem Hochpaß 1. Ordnung und dem Hochpaß 2. Ordnung gebildete Hochpaßfilter vorgesehen ist.
- 25 3. Übertragungssystem nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Hochpass 1. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von etwa  $0,1 \cdot f_{Baud}$  vorgesehen ist.
4. Übertragungssystem nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Hochpass 1. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von etwa  $0,05 \cdot f_{Baud}$  vorgesehen ist.
- 35 5. Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Hochpass 2. bzw. 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von etwa 100 kHz vorgesehen ist.

23.04.96

9

6. Übertragungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß bei Verwendung einer gesonderten 16-kHz-Bandsperre ein  
Hochpass 2. bzw. 4. Ordnung mit einer Grenzfrequenz von etwa  
5 30 kHz vorgesehen ist.
7. Übertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein solches Hochpaßfilter (HP1, HP2; HP4) in der die CU-  
10 Doppelader-Leitung (TlnA1) jeweils abschliessenden Frequenz-  
weiche (FWt, Fwv) enthalten ist.
8. Übertragungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß solche Hochpaßfilter in die digitalen Sende- und Empfangs-  
filter (DSF, DEF) des VDSL-Systems integriert sind.

23.04.96

FIG 1

TSt

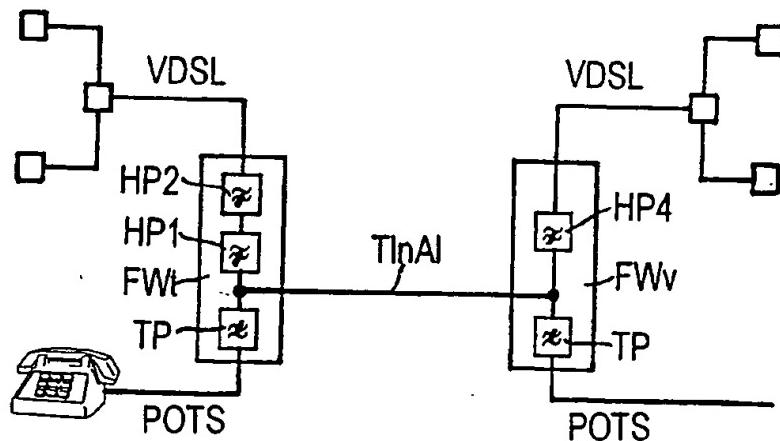
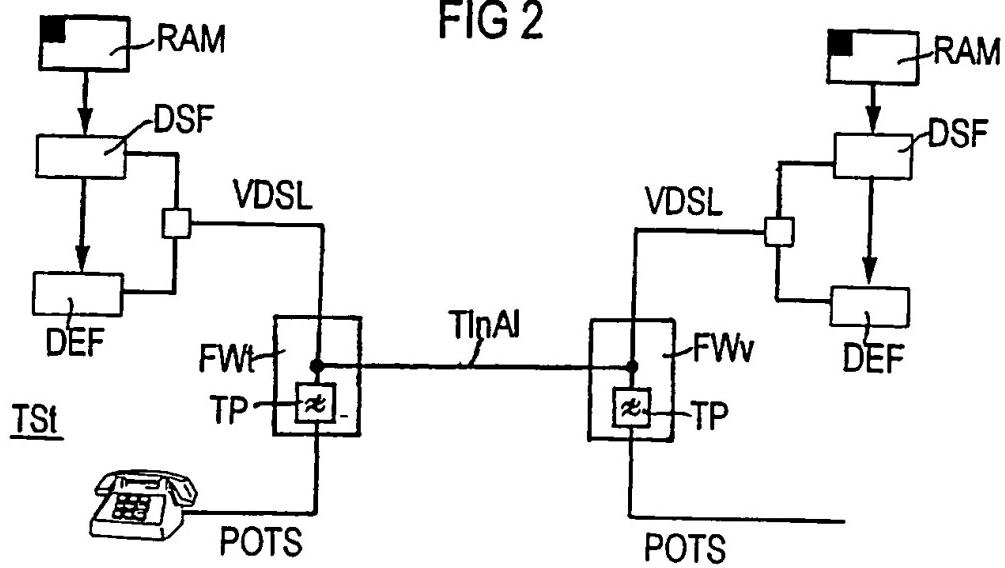


FIG 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)